

BYGGETEKNISK ERFARINGSFORMIDLING 2008

TOTALØKONOMI vurdering | Rustne **ELEVATORER** | Bygbare **TAGBOLIGER**
Udbedring eller **ØGET DRIFT** | Utætte **ZINKTAGE** | Arkitekt **ENEANSVARLIG**



Totaløkonomivurdering



To meget forskellige eksempler på alment byggeri opført indenfor samme økonomiske rammebeløb.

Øverst et robust byggeri med enkel disponering og lave driftsomkostninger.

Nederst et måske mere spændende byggeri, men – med varieret facadeforløb og ubeskyttet facade – også betydeligt mere vedligeholdelseskrævende.

En ny og forenklet beregningsmodel gør det nu let at beregne totaløkonomi for tag, facader og vinduer. De udgør omkring 80 pct. af de anlægsomkostninger, hvor en ændring i udgangskvalitet/anlægsinvestering som regel også medfører ændring i levetider/driftsudgifter. Beregningsmodellen kan hentes på www.byggeskadefonden.dk.

En totaløkonomisk vurdering skal forholde sig til både:

- anlægsinvestering
- levetid
- samt drifts- og vedligeholdelsesudgifter til sikring af den ønskede levetid.

En højere anlægsinvestering kan således resultere i en bedre og lavere totaløkonomi, hvis levetiden bliver længere og drifts- og vedligeholdelsesudgifterne mindre.

Der har siden 1998 været krav om totaløkonomiske vurderinger i forbindelse med statslige og almene byggerier. Kravet indgår i bekendtgørelsen om kvalitetssikring, men er i praksis kun sjældent blevet efterlevet. Det skyldes, at det har været vanskeligt, dels fordi kravet principielt har omfattet alle bygningsdele, dels fordi der for varianter af de enkelte bygningsdele/materialer har manglet almindeligt accepterede levetider og drifts-/vedligeholdelsesudgifter. De har hidtil skulle vurderes af den enkelte bygherre eller projekterende.

Det har været en barriere for totaløkonomiske vurderinger, at der ikke forelå tabeller eller værktøjer til beregning af ensartede levetider for f.eks. forskellige tagbelægnin-

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15/16 17/18 19/20 21 22 A B C D E F to to1

Totaløkonomiske Beregninger Kalkulations Rente %: 5

Vinduer | Facade | Tag | Noter | Konklusion

Vælg fuger type
 Mørtel
 Fugestrimmel
 Skjult fugestrimmel

Vælg placeringsdybde
 Beskyttet, tilbagetrukket 4 - 5 cm
 Mindre beskyttet, forkant facade

Totaløkonomi	Anlægsinv. kr.	Levetid år / interval	Korrektion tider	Anvendt tid	Omk % af inv.	korr. +-% driftsOmk.	Anv. % driftsOmk.	DriftsOmk kr.	Bygge - plads omk.	I alt sum drift kr.	Nutids-værdi, kr.	Årlig omk. kr.	Vælg
Fyrretræ, m. forsats / termo	0	30	0	30	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0 0	0 0	<input type="checkbox"/>
.....overfladebehandling	0	8	0	8	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0 0	0 0	
.....udskiftning fuger	0	30	0	30	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0 0	0 0	
Fyrretræ med termoglas	12.000.000	40	0	40	0,00	0,00	0,00	0	0	0	-12.456.420	-725.937	<input checked="" type="checkbox"/>
.....overfladebehandling	0	8	0	8	1,20	0,00	1,20	144.000	110.000	254.000	0 0	0 0	
.....udskiftning fuger	0	50	0	50	1,50	0,00	1,50	180.000	110.000	290.000	0 0	0 0	
Træ/alu med termoglas	13.500.000	50	0	50	0,00	0,00	0,00	0	0	0	-13.511.773	-740.131	<input checked="" type="checkbox"/>
.....overfladebehandling	0	50	0	50	0,50	0,00	0,50	67.500	0	67.500	0 0	0 0	
.....udskiftning fuger	0	50	0	50	0,50	0,00	0,50	67.500	0	67.500	0 0	0 0	
Hårdtræ med termoglas	14.000.000	50	0	50	0,00	0,00	0,00	0	0	0	-14.012.209	-767.543	<input type="checkbox"/>
.....overfladebehandling	0	50	0	50	0,50	0,00	0,50	70.000	0	70.000	0 0	0 0	
.....udskiftning fuger	0	50	0	50	0,50	0,00	0,50	70.000	0	70.000	0 0	0 0	
Plast med termoglas	0	50	0	50	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0 0	0 0	<input type="checkbox"/>
.....overfladebehandling	0	50	0	50	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0 0	0 0	
.....udskiftning fuger	0	50	0	50	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0 0	0 0	

Levetidsmodel

Grundejernes Investeringsfond (GI) tog for nogle år siden initiativ til at imødekomme dette behov med udvikling af en internet-baseret levetidsmodel, der kan beregne levetider for forskellige udformninger og materialer til tage, facader, vinduer og vådrum. Udviklingsprojektet gennemføres i et samarbejde med flere eksterne parter. Se mere på www.levetider.dk.

Totaløkonomimodel

Sideløbende hermed har Byggeskade-fonden i samarbejde med Boligselskabernes Landsforening og med ekstern bistand udviklet et PC program til vurdering og beregning af totaløkonomi. Modellen anvender efter aftale med GI levetidsmodelens resultater til beregning af totaløkonomi for tage, facader og vinduer. Totaløkonomimodellen vil senere blive suppleret med vådrum og med tilhørende drifts- og vedligeholdelsesudgifter.

Totaløkonomimodellen fokuserer på de bygningsdele, hvor valg af udformning, materiale m.v. har størst betydning for anlægsudgifter, levetider og udgifter til drift og vedligeholdelse. Samlet repræsenterer tag, facader og vinduer omkring 80 % af de anlægsudgifter, hvor ændringer har væsentlig betydning for levetider og anlægs-, drifts- og vedligeholdelsesudgifter.

Modellen udvides på driftssiden – anlægsudgifter vurderes konkret

Der indledes i 2009 et samarbejde med GI om at fastsætte drifts- og vedligeholdelsesudgifter for nogle af de valg omkring tag, facader og vinduer, som er typiske i almindelige byggerier. Bygherren eller den projekterende, som beregner totaløkonomien for bygherren, vil fortsat selv skulle vurdere anlægsinvesteringen til alternative udformninger og materialer. Det skyldes, at f.eks. lokale konkurrenceforhold ofte medfører så stor licitationsusikkerhed, at det ikke er hensigtsmæssigt at indlægge standard anlægsinvesteringer i modellen.

Eksempel på skærbillede fra program til beregning af totaløkonomi.

Se mere på www.byggeskade-fonden.dk

Rustne elevatorer



Driften af elevatorer, der er monteret i udvendige elevatorskakte, kan forstyrres af rustdannelse på vitale dele. For at undgå det, skal rustbeskyttelsen af elevatoren afpasses efter det klima, der kan opnås i skakten. Endvidere skal skaktene udformes, så de kan modstå vejrliget, og så der f.eks. ikke samler sig vand i hule profiler.

Udvendige elevatorskakte

I de senere år er der set flere skader på elevatorer og skakte, der er placeret uden for bygningskroppen. Elevatorskaktene er typisk placeret med forbindelse til altangangene og helt fri af bygningen. Skaktene kan være udført af uisolerede betonelementer eller af stålkonstruktioner, der er beklædt med metalplader eller glas. Skaktene er oftest udført med en ventilationsåbning i toppen på 1% af skaktens tværsnit, som kravet var i de tidligere bygningsreglementer. I dag udføres de fleste elevatorer uden maskinrum, men med maskineriet placeret i skakten, og det øger kun kravet til klimaet i skakten.

Skader i stål, beton eller glasløsninger

Årsagen til skaderne er, at ståldelene i elevatorstolen, maskineriet, dørpartierne, skaktkonstruktion m.v. ikke er tilstrækkeligt rustbeskyttede i forhold til det klima, de skal fungere i. Enten skal ståldelene være mere modstandsdygtige over for rustangreb, eller også skal klimaet i elevatorskakten være tørt, som svarende til indendørsmiljø.

Fritstående elevatorskakte af beton giver tilsyneladende ikke anledning til så væsentlige rustskader som skakte af pladebeklædte stålkonstruktioner, og værst er

skaderne i skakte med glasfacader. Det skyldes formodentlig, at der i glasskakte produceres store mængder af kondens på grund af de meget vekslende temperaturforhold i skaktene. Modsat har betonskakte en vis isoleringsevne, og betonoverfladerne kan opsuge en del af kondensfugten.

Hvor ses skaderne

Skaderne på elevatorstolene ses ofte i bunden, som er særlig vandbelastet dels på grund af kondensdannelse i skakten og dels på grund af, at der i forbindelse med vådt føre slæbes vand og sne ind på gulvet i elevatorstolen.

Skaktdøre og elevatorfronte er både udsat for vandpåvirkning på inder- og ydersiden. På indersiden kondenserer den fugtige luft på de koldere metalplader, og vand fra altangangen trænger ind ved dørskinnen. Dette vand indeholder ofte tørsalte og er særligt aggressivt, så nedbrydningen af ophænget og styresystemet for dørene sker hurtigt. På ydersiden kan der forekomme pletvise rustangreb på de rustfrie plader på dørene og elevatorfrontene. Det skyldes ofte opsprøjt fra altangange, der saltes om vinteren, men saltet kan også stamme fra havet, hvor vinden fører saltholdige vanddråber ind på bebyggelsen, hvis den ligger udsat. Endvidere kan der i bunden af elevatorfrontene trænge vand op bag de rustfrie plader, så de bagvedliggende stålplader tæres.

Skader på skaktenes stålkonstruktioner opstår typisk, når overfladebehandlingen af konstruktionen ikke modsvarer belastningen fra vejrliget og vandpåvirkningen fra indtrængende vand og kondensvand. Hvis stålkonstruktionen er udført af hule



Rustdannelse på ophængnings-systemet for skaktdørene

profiler f.eks. firkantede rør, er det vigtigt, at der ikke er huller i profilerne hvorigen-nem vandet kan trænge ind. Heller ikke huller efter montage af facadebeklædning. Alternativt kan profilerne være vel-drænede og korrosionsbeskyttede på inder-siden.

Forholdsregler ved projektering

Ved projektering af elevatorer og udvendigt opstillede elevatorskakte, er det vigtigt, at man først og fremmest gør sig klart, hvilket klima der vil være i elevatorskaktene. Dernæst skal korrosionsbeskyttelsen af ståldelene afpasses herefter.

Skaktene skal udføres tætte, så nedbør ikke trænger ind i skakten, men også tætte i konstruktionen, så vand ikke trænger ind i hule stålprofiler.

Klimaet i skaktene kan forbedres ved at der ud over den naturlige ventilation monteres mekanisk ventilation, der styres af luftens fugtighed, men det er vigtigt, at indtagelsen af ventilationsluften er gennemtænkt, så der bliver den nødvendige ventilation i hele skaktens højde. Nogle elevatorleverandører præciserer, at for at sikre stabil drift af elevatorerne, skal temperaturen i skaktene holdes mellem +5°C og + 40°C. Det kan være meget vanskeligt at overholde om vinteren uden en egentlig opvarmning af skaktene, og i en uisoleret skakt er det næppe foreneligt med bestemmelserne i bygningsreglementet. Gulvene i elevatorstolene bør udformes som en bakke, så vand på gulvet ikke trænger ned og beskadiger elevatorstolens konstruktioner. Endvidere skal kvaliteten af de rustfrie plader til døre og elevatorfronte vælges med omhu, så de kan modstå påvirkning af saltholdigt vand.



Deformeret firkantprofil på grund af vand i profilet

Rust bag de rustfrie stålplader på elevatorfront



Bygbare tagboliger



Foto: Pålsøen Arkitekter



En tagbolig kan have store boligkvaliteter – lys, luft og udsyn. Men byggeteknikken skal være i orden.

Uanset om nye tagboliger indrettes under et eksisterende tag eller etableres ved påbygning af en ny tagkonstruktion, medfører det en række komplekse byggetekniske problemer, som skal løses, før byggeriet iværksættes. Ellers kan det medføre omfattende byggeskader. Byggeskadefondens dyreste skadesager har drejet sig om nye tagboliger.

Der kan være åbenlyse boligkvaliteter ved at bygge midt i byen og på toppen med udsigt over byens tage. Byernes eksisterende infrastruktur udnyttes. Både beboere og kommuner viser stigende interesse for at bygge tagboliger. Flere større kommuner har f.eks. som overordnet boligpolitisk mål at etablere attraktive familieboliger i byernes centre. Nogle kommuner støtter initiativer til at etablere tagboliger bl.a. med vejledninger, som inspirerer og giver overblik over muligheder og problemer, der knytter sig hertil.

Nye tagboliger er ikke en let genvej til flere boliger! Eventuelle svigt kan have alvorlige konsekvenser og føre til omfattende byggeskader. De vejræssige påvirkninger af en tagetage på en etageboligbebyggelse er væsentlig større, end hvis bygningen kun var i 1 etage, så derfor bør der projekteres løsninger, der er robuste og har lang levetid, og som tager hensyn til de fremtidige driftsmæssige konsekvenser.

Foretag byggetekniske forundersøgelser

Inden projektering bør der foretages forundersøgelser af de eksisterende bærende konstruktioner, tagkonstruktioner, installationsforhold, kloakker m.m. Kan den

eksisterende bygning bære indretning af nye tagboliger, og har de eksisterende tekniske installationer tilstrækkelig kapacitet? Restlevetiden på installationerne bør også vurderes.

Vælg enkle løsninger med minimal vedligeholdelse

Der er altid begrænsede ressourcer til rådighed både ved privat og støttet boligbyggeri. Det er derfor afgørende, at både den overordnede arkitektur og de byggetekniske løsninger er enkle og gennemprojekterede. Det begrænser både udgifterne til anlæg og vedligeholdelse samt den byggetekniske risiko. Det modsatte gælder ved en kompliceret tagopbygning med mange sammenskæringer mellem bygningsdele, mange gennembrydninger, kviste og ovenlys.

Sliddele såsom fuger, fugebånd og overfladebehandling skal fornyes med få års mellemrum, og omfanget bør derfor søges minimeret eller undgået i videst muligt omfang evt. ved konstruktiv beskyttelse af fuger og fugebånd. Stilladsudgifter vægter tungt i driftsregnskabet!

Gør de byggetekniske løsninger bygbare

I forbindelse med projektering herunder valg af materialer er det vigtigt at projektere bygbare løsninger og at vælge kendte og – under danske forhold – gennemprøvede produkter. Ikke mindst i forbindelse med den efterfølgende drift har det betydning, at levetiden på de enkelte bygningsdele er nøje overvejet, således at driften kan tilrettelægges hensigtsmæssigt.



At gøre løsningerne bygbare betyder at byggeprocessen, samlingsdetaljer, tildannelse og montering af bygningsdele er gennemtænkte og beskrevet fyldestgørende.

Bygbarheden vurderes under hensyn til, at bygningsdele og materialer kan håndteres praktisk, monteres og indbygges på byggepladsen, at entreprise- og faggrænsforhold er tænkt igennem, at materialernes egenskaber bl.a. under forskellige vejr-mæssige betingelser er overvejet, og at der er taget hensyn til toleranceforhold fagområderne imellem. Under udførelsen skal bygningsdelene kunne kontrolleres hensigtsmæssigt.

Tagudhæng og undertag

Erfaringsmæssigt bør der ofres meget opmærksomhed på den samlede tagkonstruktion. Tage med udhæng eller anden konstruktiv beskyttelse skåner underliggende bygningsdele og mindsker fugtbe-

Totalinddækning kan være fordyrende, men er nødvendig i forbindelse med etablering af tagboliger

fortsættes næste side

Tagboliger



Eksemplet på dette opslag viser nye tagboliger i Vejleåparken i Ishøj.

Byg Erfablad (23) 07 12 29 om tagterasser

lastningen på facader, døre og vinduer. Der skal naturligvis tages arkitektoniske hensyn.

Ved anvendelse af undertag bør der vælges et DUKO klassificeret undertag. Der er hermed sikkerhed for, at de byggetekniske detaljer på taget – inddækninger, tagfodsdetaljer, gavle, skotrender, overgangsløsninger m.m. – principielt er løst i tegning, på fotos, i virkeligheden eller på mock-up i forbindelse med godkendelse af produktet. Den projekterende skal dermed ikke opfinde nye detaljløsninger, men kan koncentrere sig om de allerede beskrevne.

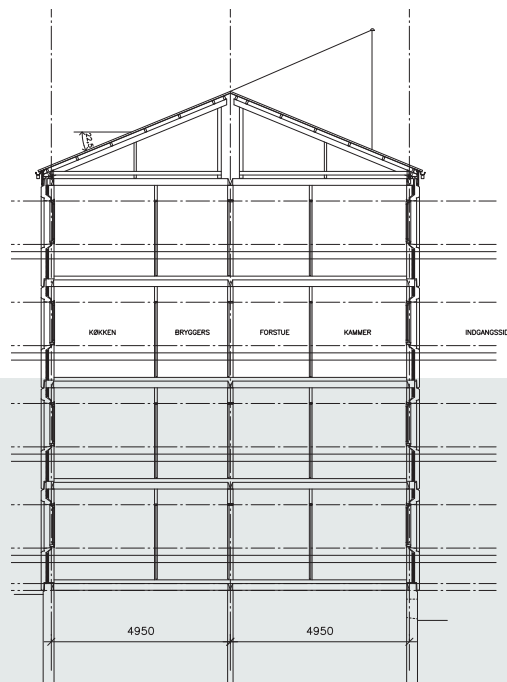
Tagterasser skal gennemprojekteres

Der er en stigende interesse for at etablere tagterasser i forbindelse med nye boligbebyggelser. Fonden har ved 1-års eftersynene desværre konstateret en del væsentlige svigt, som drejer sig om dårlig vandafledning og utætheder i membran og ved inddækninger. Derfor er det vigtigt at gennemprojektere tagterrassen og efterfølgende få projektet gransket. Der bør vælges robuste løsninger, som kan tilses og vedligeholdes med henblik på, at de kan forblive vandtætte.

Tilgængeligheden til boligen gælder også fra tagterrassen. Projektet skal vise, hvordan tilgængeligheden kan opfyldes og samtidig tilgodese, at fugt ikke finder vej ind ved sokkelopkanter og under dørbundstykker. Se Byg Erfablad (23) 07 12 29 om tagterasser.

Tunge bygningsdele omkring vådrum

Hvis der opereres med let byggeri – præfabrikeret eller opbygget på stedet - har fonden erfaring for, at der også anvendes



Før påbygning af tagboliger

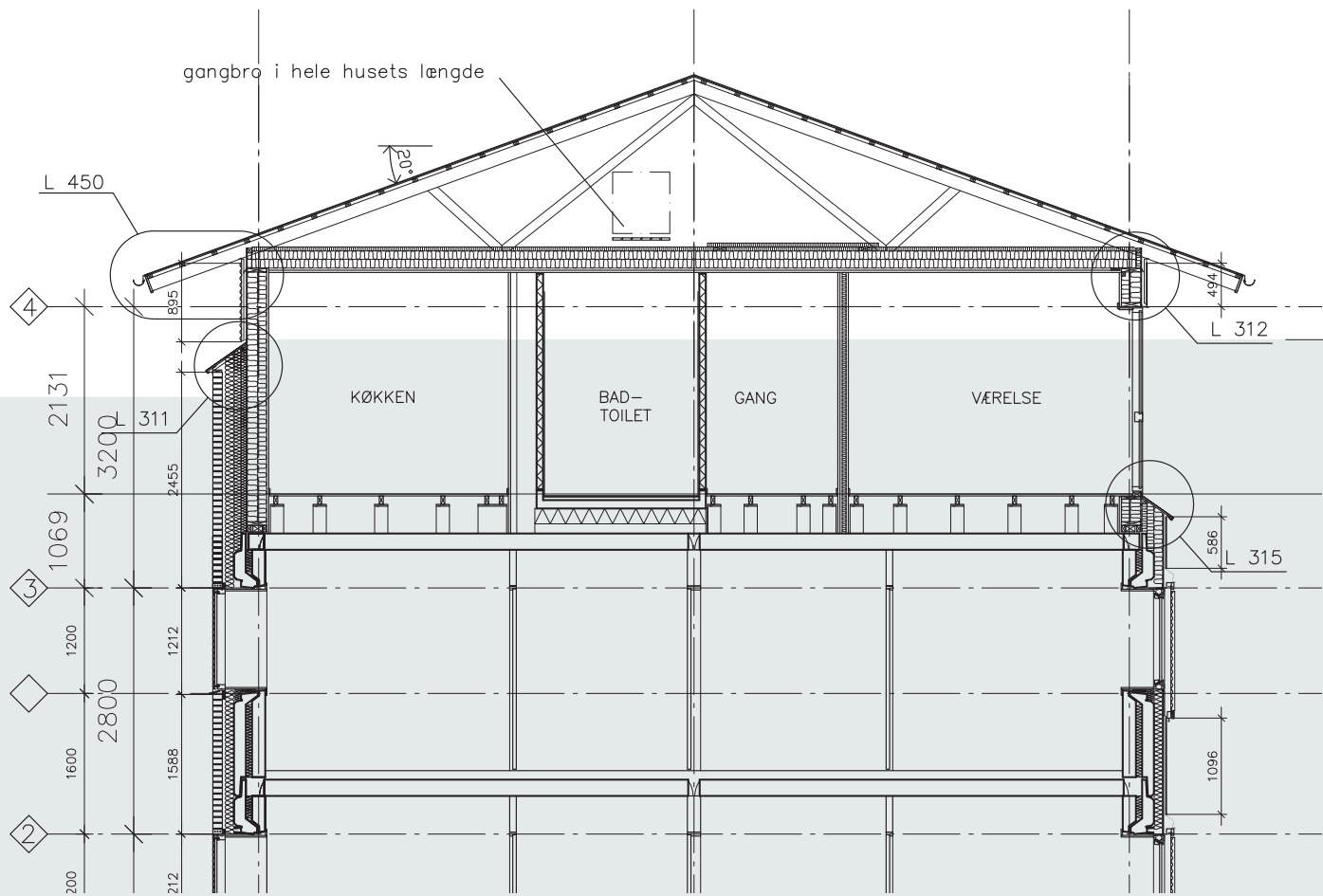
lette baderum opbygget af organiske materialer. Ligesom med tagterasser er der tale om en risikobehæftet bygningsdel. Fonden anbefaler, at der projekteres med uorganiske, tunge bygningsdele i gulv og vægge. Dels vil de være nemmere at projektere og at udføre, og dels vil tunge bygningsdele være bedre til at modstå dynamiske påvirkninger samt fugtbelastninger.

Driftsplanen skal være realistisk

I henhold til bekendtgørelse om kvalitets sikring skal der altid foreligge en realistisk driftsplan i forbindelse med byggeriets ibrugtagning. Sammenhængen mellem anlægs- og driftsøkonomien skal vurderes totaløkonomisk - ikke mindst da driftsøkonomiske konsekvenser vægter tungt på toppen af en etagebebyggelse.

Projektgranskning

Konsekvenser af fejlprojektering eller mangler i projektet er ofte store og derfor bør der fokuseres på de risikobehæftede byggetekniske forhold. Ikke mindst tagboliger bør projektgranskning af ekstern specialist med kendskab til stabilitet, ligesom der bør sikres robuste og bygbare detaljløsninger. Udgifterne til ekstern granskning er beskedne i forhold til udbedring af de byggeskader, der ellers kan komme.



Udbedring eller øget drift ved gruppe 2 svigt

Byggeriets ansvarlige parter afviser af og til at udbedre svigt med henvisning til, at de i fondens konklusionsbrev om eftersynet er vurderet som gruppe 2-svigt, og at der i brevet står, at skader kan forebygges ved øget drift som alternativ til udbedring. Bygningsejere skal naturligvis fastholde krav om udbedring, da der normalt er tale om entrepriseretlige mangler/fejl, som bygningsejere har krav på at få udbedret.

Hvorfor anbefaler vi så i forbindelse med gruppe 2-svigt øget drift som alternativ til egentlig udbedring? Det skyldes, at eftersynsrapporter og konklusionsbreve drejer sig om byggeteknik – og ikke om jura. Ud fra en byggeteknisk risikovurdering af svigt i gruppe 2 skønner vi, at skade først vil opstå måske efter nogle år – måske aldrig, hvis den pågældende bygningsdel holdes under nøje observation, og hvis der omgående gribes ind med forebyggende vedligeholdelse ved mindste tegn på skade. Ud fra en byggeteknisk vurdering er udbedring af gruppe 2-svigt således ikke absolut nødvendig i alle tilfælde. Udbedring er derimod altid nødvendig, hvis et svigt vurderes som gruppe 3, 4 eller 5, hvor gruppe 3 naturligvis haster mindre end gruppe 5.

1-års og 5-års eftersynsrapporterne samt vores konklusionsbreve drejer sig udelukkende om byggetekniske forhold, og de registrerede svigt placeres efter byggetekniske risikovurderinger i én af alvorssgrupperne 1-5, som har været gældende siden starten af 1990'erne. Det er bestemt i lovgivningen, at Byggeskadefondens eftersyn kun skal dreje sig om byggetekniske forhold.

Gruppe 2 frikender ikke de ansvarlige

Den væsentligste forskel mellem øget drift og udbedring er selvfølgelig, hvem der betaler? Mens øget drift betales af bygnings ejeren, betales udbedring normalt af den, der er ansvarlig for svigtet.

Vores anbefaling om øget drift som alternativ til egentlig udbedring af gruppe 2-svigt fritager selvfølgelig ikke en projekterende eller udførende for hans eventuelle aftale- eller entrepriseretlige ansvar og dermed for hans pligt til at udbedre svigtet. Derfor skal bygningsejere naturligvis insistere på at få alle svigt og øvrige mangler udbedret, uanset hvilken gruppe svigtene er placeret i.

Vi anbefaler, at man reklamerer bredt, da det ofte viser sig, at der f.eks. både er et projekterings- og et udførelsesansvar. Det fremgår også af de vejledninger om bygningsejeres opfølgning på 1-års og 5-års eftersyn, som altid følger med eftersynsrapporterne og vores konklusionsbreve. Vejledninger findes på www.byggeskadefonden.dk.

Hvornår øget drift i stedet for udbedring?

Bygningsejere opgiver i nogle tilfælde at gennemføre eller gennemtvinge et ansvar, fordi de ansvarlige desværre er så modvillige, at det vil kræve et sagsanlæg, der bliver uforholdsmæssigt dyrt. I andre tilfælde opgiver bygningsejere, fordi det viser sig meget kompliceret at placere ansvaret ud fra aftaler og projektmateriale. Endelig kan det skyldes, at den ansvarlige entreprenør eller rådgiver er gået konkurs, eller at bygherren selv er ansvarlig for svigtet, hvis der er tale om en bygherreleverance, eller hvis han selv har truffet beslutning –

Svigtgruppe 2

”Bygningsemnet har mindre væsentlige byggetekniske svigt eller byggeskade af meget beskeden omfang, og/eller der mangler oplysninger om nogle mindre væsentlige bygningsdele.

Manglende oplysninger bør fremskaffes. De registrerede og eventuelle ikke-synlige svigt kan enten udbedres eller forebygges ved øget drift.”

f.eks. i forbindelse med besparelser - om de forhold, der har ført til svigtet.

Husk, at det er bygningsejerens ansvar at tilpasse driftsplanen, hvis det ikke er muligt at få de(n) ansvarlige til at udbedre svigtet i gruppe 2.

Juridisk ansvar afgøres ikke ved eftersyn

De juridiske spørgsmål om, hvem der er ansvarlige for de registrerede svigt, og dermed har pligt til at udbedre svigtene, vurderes som nævnt ikke hverken i eftersynsrapporterne eller i konklusionsbrevene. Det ville også i givet fald betyde et stærkt forøget ressourceforbrug i forbindelse med eftersynene, hvis alle aftaler, projekterings- og byggemødereferater, kontrolplaner, kvalitetssikrings- og andet dokumentationsmateriale skulle gennemgås.

Som regel er der heller ikke behov for i forbindelse med Byggeskadefondens eftersyn at placere det juridiske ansvar for svigtene. Det klarer bygningsejerne i de fleste tilfælde selv – uanset hvilken gruppe, svigtene er vurderet til i konklusionsbrevet – sammen med de ansvarlige projekterende, entreprenører eller materialeproducenter.

Ingen skadedækning

Normalt afviser vi at yde skadedækning, hvis gruppe 2-svigt anmeldes. Det skyldes, at vi normalt først anerkender, når skaderne har et dækningsberettiget omfang, og det sker sjældent for disse svigt, hvis vores anbefalinger i konklusionsbrevene om øget drift følges. I nogle tilfælde afviser vi, fordi der er tale om synlige mangler eller sparede anlægsudgifter.



Vinduespartier for tæt på terræn. Eksempel på svigt, som fonden forventer bliver udbedret, selv om eftersynsrapporten placerede svigtet i gruppe 2.

Utætte zinktage



Vandafledning vanskeliggjort ved ovenlyskassens afslutning, hvor skotrenden løber ud på hovedtaget.

Det skulle være så godt – beboerne skulle have gode rammer, og naboerne skulle have noget pænt at se på. Derfor blev et ældrecenter forsynet med et forholdsvis dyrt zinktag. Men det endte faktisk skidt – fordi taget fra starten desværre var utæt på grund af især væsentlige projekteringsfejl.

Bebyggelsen består af 74 ældreboliger opført i 4 fritliggende klynger forbundet til en centerbygning via glasgange. De 3 af klyngerne er i 2 etager, mens den sidste er i 1 etage. De vestvendte tage er med ensidig taghældning på ca. 5 grader og var beklædt med dobbeltfalsede, ubrudte 0,5 meter brede zinkbaner i ca. 30 meters længde på et underlag af høvlede, ubehandlede brædder. De 3 af klyngerne har en kvadratisk tagflade på ca. 30 x 30 meter med et 12 m rektangulært ovenlysbånd placeret midt på tagfladen på tværs af faldretningen.

Kort tid efter indflytning konstaterede man vandindtrængning flere steder – i alt ca. 30 liter i gennemsnit pr. uge. Det var især ved ovenlysbåndene, men der trængte også

Vejledninger og anvisninger

Der findes en branchevejledning for bånddækning af facader og tage samt en vejledning fra en af zinkproducenterne, som indeholder en række grundlæggende informationer om materialet, samt om disponering og udførelse. Ifølge vejledningerne bør de byggetekniske løsninger vurderes konkret under hensyntagen til taggeometri og gennembrydninger, regionale klimaforhold og konstruktionsopbygninger.

Se mere i lærebogen "Bånddækning" fra VVS Branchens uddannelsesnævn 1996.

vand ind på tagområder uden gennembrydninger. Entreprenøren havde uden held forsøgt at tætte de steder, hvor man formodede at vandet trængte ind – blandt andet ved at åbne og montere tætningsbånd i en række false samt ved at fuge ved overgang mellem skotrender og zinktag. Ved 1-års eftersynet blev der registreret en række svigt både i disponering og projektering, men også i udførelsen.

Stående false ikke tætte

Bebyggelsen har en udsat beliggenhed. Ved større nedbørsmængder ville vandet under særlige vindforhold blive presset op ad taget, og de stående false ville kunne stå under vand. En stående fals er ikke vandtæt! I henhold til branchevejledningen er der sandsynlighed for vandindtrængning som følge af kapillarvirkning i falsene, hvis det er stående dobbeltfals uden false-tætningsmiddel, og hvis taghældningen er mindre end 5 grader. Alternativt til fals-tætning kan anvendes et robust undertag.

For lange zinkbaner

Der var ikke taget tilstrækkeligt hensyn til de temperaturbetingede længdeændringer i zinktaget. Ved en taglængde på knap 30 meter skal zinkbanerne underopdeles, så zinkbaner over 20 meter ikke forekommer, idet ubrudte zinkbaner i henhold til vejledningen maksimalt bør være 10 meter lange, målt fra midte af fastzoneområdet. Også gennembrydninger, skotrender og vindskeder skal projekteres under hensyn til disse længdeændringer.

For lille hældning på skotrender

Zinkskotrenderne ved ovenlysbåndene var næsten vandrette, og overholdt således



langt fra kravet til minimumshældning. Ved små nedbørsmængder ville vandet ved skotrendens udløb på hovedtaget medføre en opstemning af vandet ved de stående false. Ved større nedbørsmængder ville vandet blive ledt henover de stående false. Entreprenøren forsøgte efterfølgende at lette afstrømningen ved at lægge falsene ned ved skotrendens udløb, men det medførte blot, at falsene i endnu højere grad stod under vand i forbindelse med nedbør. Tagzinkens overlæg ved skotrenden var desuden for lille og ikke udført efter anvisningerne. Samlinger mellem tagzink og skotrende var udført som en enkelt tværfals med ekstra fals, som alene er egnet til taghældninger over 10 grader.

Undertagsdug forværrede problemet

Zinkpladerne var lagt på uimprægnerede brædder med 5 millimeter mellemrum, hvorfor et skillelag var nødvendigt. Der var imidlertid monteret en tynd undertagsdug, som sandsynligvis har været anvendt som afdækning under udførelsen. Dugen var fastholdt og perforeret af søm, skruer og hafter, og den har således ikke bidraget væsentligt til vandtætning af konstruktionen – tværtimod gjorde den lækagesøgninger vanskeligere.

Zinktaget blev erstattet med tagpap

Skaderne blev udbedret ved, at zinktaget blev erstattet af en 2 lags tagpapdækning på underlag af vandfastlimet krydsfiner. Taghældningen blev bibeholdt, men skotrendeopbygningerne blev ændret, så der nu er opnået forskriftsmæssige fald. Bygningsejeren fik et tæt tag, men må til gengæld forvente, at levetiden på tagpap er mindre end den oprindelige zinkdækning.

Anbefalinger på baggrund af denne sag

Der er tre kombinerede forhold i denne sag, som på helt afgørende vis var udslagsgivende for omfanget af vandindtrængningen. For lav taghældning, for lange zinkplader og forkert opbyggede skotrender.

- Allerede i en tidlig fase af den overordnede disponering af byggeriet bør taggeometri og konstruktionsopbygninger vurderes i relation til beliggenheden.
- Detaljer ved gennemføringer, skotrender, tagkanter, inddækninger m.m. bør projekteres i alle detaljer, og der bør føres et omhyggeligt tilsyn under udførelsen.
- Ved projektering af zinktage med lave taghældninger skal der fokuseres på vandtætning ved false og overgange til andre bygningsdele. Skotrender må ikke projekteres under den anbefalede minimumshældning.
- Lange tagflader bør opdeles med niveauspring, så vandbelastningen på den nederste del af tagfladen minimeres. De temperaturbetingede længdeændringer formindskes tilsvarende.
- Skotrender skal opbygges med tilstrækkelige fald og være så brede, at vandopstemning undgås. Afstrømningsforholdet fra skotrenden til hovedtaget skal vurderes konkret.



Den tværgående fals er væltet for bedre vandafledning. Ved heftig regn eller kombination af regn og blæst vil falsen stå under vand.

De væltede false er forsøgt tætnet med fugemasse som har en meget begrænset virkning samt levetid.

Arkitekt eneansvarlig for utæt zinktag



Arkitekt eneansvarlig for projekteringsfejl – trods leverandørs rådgivning.

I sommeren 2008 afgjorde en voldgiftsret en sag om et meget utæt zinktag med lav taghældning, beliggende tæt ved Limfjorden. Sagen var rejst af Byggeskadefonden og en kommune i fællesskab, da byggeriet fra 2003 udgør en ejerforening med ældreboliger og et plejecenter.

Fondens advokat udtog for ejerforeningen i 2005 klageskrift mod det projekterende arkitektfirma, et andet arkitektfirma, der havde ført tilsyn, tømrerfirmaet, der havde udført underlaget for zinkdækningen samt tagdækningsfirmaet, der havde udført selve zinkdækningen. Kravet lød på betaling af samtlige udgifter til ændring af tagdækningen fra zink til tagpap, i alt ca. 2,8 mio. kr. plus renter. Udbedringen fandt sted allerede i slutningen af 2005 for at undgå nedbrydning af andre bygningsdele.

Det projekterende arkitektfirma inddrog leverandøren af zink i sagen via en såkaldt adcitation, fordi arkitektens advokat fandt, at leverandørens konsulent havde medvirket så aktivt i projekteringsfasen, at leverandøren var medansvarlig for det utætte tag. Afgørelsen er en såkaldt tilkendegivelse, som er tiltrådt af parterne og dermed udgør et voldgiftsforlig.

Projekteringsansvar

Retten fandt det efter bevisførelsen godtgjort, at det projekterende arkitektfirma havde truffet et forkert valg med hensyn til tagkonstruktionen på det pågældende sted. Der var derfor tale om en projekteringsfejl.

På grundlag af skønserklæringen fandt retten ikke, at de indklagede entreprenører havde begået udførelsesfejl, ligesom det tilsynsførende arkitektfirma ikke havde begået tilsynsfejl. Retten tilføjede, at det ikke var tilsynets opgave at kvalitetssikre projektet.

Advokaten for det projekterende arkitektfirma havde krævet, at zinkleverandøren skulle friholde arkitekten for ethvert beløb, arkitekten måtte blive pålagt at betale ejerforeningen, subsidiært for et mindre beløb. Der blev for retten fremlagt en række dokumenter, der viste, at leverandørens konsulent havde medvirket under projekts tilblivelse, herunder ved fremsendelse af principskitser, udarbejdelse af en model over skitserede løsninger og deltagelse i projektgennemgang. Af projektet fremgik bl.a., at leverandørforskrifter for zinkarbejdet skulle følges, og at alle detaljer skulle udføres i henhold til tegningsmaterialet samt i samarbejde med bl.a. leverandørens konsulent inden opstart. Advokaten gjorde gældende, at arkitekten havde projekteret i henhold til leverandøranvisninger og arkitektoniske overvejelser, men havde overladt valget af specifikke løsninger til zinkleverandøren (og til entreprenøren).

Zinkleverandørens advokat anførte bl.a., at det er korrekt, at leverandøren bistår arkitekter, ingeniører, entreprenører og andre aktører i byggesektoren med råd og vejledning relaterende til leverandørens produkt i forbindelse med projektering og udførelse af zinktag. Han fandt, at det er en misforståelse at antage, at leverandøren vederlagsfrit påtager sig projektering og det hermed forbundne ansvar.

Leverandøren frifundet

Retten fandt ikke grundlag for at anse leverandøren for medansvarlig. Baggrunden for frifindelsen var, at leverandøren ikke havde haft noget kontraktforhold til arkitekten i projekteringsfasen, og at bevisførelsen ikke havde godtgjort, at den konsulentbistand, som leverandørens konsulent havde ydet til arkitekten havde været af en sådan karakter, at den helt eller delvist kunne pådrage leverandøren ansvar for projekteringsfejlen. Hvis arkitekten havde forladt sig på rådgivning fra konsulenten, var det således ikke godtgjort, at denne rådgivning havde været så konkret relateret til det aktuelle byggeri, at fejl i konsulentens rådgivning kunne pådrage leverandøren ansvar, eller at arkitekten havde gjort leverandøren opmærksom på, hvilken væsentlig betydning, man ville tillægge den konsulentbistand, som konsulenten vederlagsfrit ydede på leverandørens vegne.

Retten lagde således vægt på en række omstændigheder, der typisk forekommer, når en teknisk rådgiver ikke gennemarbejder sit projekt, men forlader sig på oplysninger fra en materialeleverandør:

- Intet kontraktforhold
- Vederlagsfri rådgivning
- Ikke konkrete råd om dette byggeri
- Ingen tilkendegivelse overfor leverandøren om bistandens afgørende betydning.

Afgørelsen viser således, at ansvaret for projektering ligger hos det projekterende teknikerfirma, og at der skal være et håndfast juridisk grundlag til stede, hvis en leverandør skal pålægges medansvar for projektfejl.



30 meter lange zinkbaner, hvor vand vil kunne stuve op over false ved heftig regn og blæst.



Vandgennemtrængning ved loftplader.

UNDGÅ BYGGESKADER

På www.byggeskadefonden.dk kan du finde Byggeskadefondens vigtigste byggetekniske budskaber, primært baseret på mere end 3.300 eftersyn i støttede danske boligbyggerier.

Inden for 10 bygningsemner findes et antal artikler med beskrivelse af de mest udbredte og alvorlige byggeskader og med fondens anbefalinger til, hvordan disse skader kan undgås. Den korte tekst er suppleret med eksempler på typiske svigt eller på gode løsninger.

BYGGESKADDEFONDEN		Når det nu kunne være undgået	
UNDGÅ BYGGESKADER EFTERSYN SKADEDEKNING STATISTIK BYGGESKADDEFONDEN		SØG	
Byggeskadefonden Byggeskadefonden er en form for forsikringsordning for byggeskader i boligbyggerier opført med offentlig støtte. Fondens har tre overordnede formål: <ul style="list-style-type: none">• at formidle viden og erfaringer for at begrænse byggeskader• at udføre lovpålagte 1- og 5 års eftersyn af opførte byggerier• at yde støtte til udbedring af byggeskader	 Klassifikation af undertage DUKO kan hjælpe bygherrer og rådgivere med at finde det rette undertag.	 Sammentligninger Se hvilke undersøgelses-, boligskaber eller rådgivere, der har færrest regnrettede skader.	
	 Byggeteknik Se hvor det typisk går galt og brug vores råd om god byggeteknik til at undgå byggeskader.	 Ventilationen var ikke god nok Bygningsreglementet kræver, at luftrørene er oplyst. Antagelig måtte det være udslet.	Direkte til Telefonnumre Kalender Vejledninger Skemaer Publikationer Byggetekniske artikler For eftersynsfrmaer

BYGGESKADDEFONDEN

Studiestræde 50
1554 København V
Telefon 33 76 20 00
Telefax 33 76 20 10
bsf@bsf.dk
www.byggeskadefonden.dk